



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**
(10) **DE 40 38 549 C 1**

(51) Int. Cl. 5:
F02D 15/02
F01 M 1/16
F02 F 3/00
F16 N 7/38

- (21) Aktenzeichen: P 40 38 549.3-13
 (22) Anmeldetag: 4. 12. 90
 (23) Offenlegungstag: —
 (45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 1. 92

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,
DE

(72) Erfinder:
Wirbeleit, Friedrich, Dr.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;
Froehlich, Klaus, Dipl.-Ing., 7302 Ostfildern, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 14 762 C2

(54) Vorrichtung zur Regelung des Öldruckes in einer Steuerkammer eines Hubkolbens mit veränderbarer Kompressionshöhe von Brennkraftmaschinen

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Regelung des Öldrucks in einer Steuerkammer eines Hubkolbens mit veränderbarer Kompressionshöhe von Brennkraftmaschinen. Zur Vereinfachung der Druckregelung, Ersparung von Bau Raum sowie zur Erzielung einer feinfühligen Druckregelung in allen Betriebsbereichen wird die Regelung durch die Verwendung eines regelbaren Pumpenaggregats im Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine realisiert, wobei dessen integriertes Druckbegrenzungsventil von einem mit einem elektronischen Steuergerät verbundenen Stellmotor angesteuert wird.

DE 40 38 549 C 1

DE 40 38 549 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Regelung des Öldruckes in einer Steuerkammer eines Hubkolbens mit veränderbarer Kompressionshöhe von Brennkraftmaschinen gemäß den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Bauart ist aus der DE-PS 37 14 762 bekannt. Zur Regelung des Öldrucks ist ein Magnetventil in einem vom Schmierölkreis abgezweigten und dabei zur Steuerkammer führenden Olkanal sowie ein innerhalb eines Kolbenbolzens angeordneter Steuerschieber erforderlich. Dies ist baulich aufwendig und für eine feinfühlige Druckregelung bei insbesondere hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine kaum geeignet.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der die Druckregelung vereinfacht, Bauraum gespart und eine feinfühlige Druckregelung in allen Betriebsbereichen erzielt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Einrichtung durch die im Patentanspruch 1 angegebenen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Dabei wird die Öldruckregelung in der Steuerkammer durch die Verwendung eines regelbaren Pumpenaggregats im Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine realisiert, wobei dessen integriertes Druckbegrenzungsventil von einem mit einem elektronischen Steuergerät verbundenen Stellmotor angesteuert wird.

Bei vorstehender Ausführung der Öldruckregelung kann auf das bisher verwendete extern schaltende Magnetventil sowie auf zusätzliche Ölzuführungsleitungen und den Steuerschieber verzichtet werden, wodurch Bauraum eingespart und das Schmierölzuleitungssystem hinsichtlich der Anzahl der Leitungen vereinfacht wird. Des weiteren wird der im Hubkolben befindliche Steuerschieber, der bisher notwendig war, um die Ölzuführungsleitungen innerhalb des Hubkolbens zu steuern, vermieden, was dessen Aufbau vereinfacht und Gewicht erniedrigt, wodurch die Zunahme der bewegten Massen reduziert wird, was die Laufruhe und die Lagerbelastung verbessert.

Mit der erfundsgemäßen Vorrichtung lassen sich Betriebskenngrößen wie Last, Motordrehzahl, Brennraumdruck, Klopfen, Kühlwassertemperatur, Bauteiltemperatur und Öltemperatur bei Verbrennungsmotoren im ganzen Kennfeld optimieren. Dies führt zur Verbesserung des Verbrennungswirkungsgrades und damit zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemission. Ferner wird dadurch der Kaltstart und der Warmlauf bezüglich Kraftstoffverbrauch, Schadstoff- und Geräuschemissionen verbessert. Darüber hinaus kann die Auslastung der Brennkraftmaschine erhöht und somit günstigere Leistungsgewichte erreicht werden.

Mittels der Erfindung ist des weiteren möglich, unzulässige Betriebszustände zu vermeiden, in dem bereits vor dem Auftreten derartiger Zustände reagiert wird.

Will man z. B. beim Ottomotor das Verdichtungsverhältnis für minimalen Kraftstoffverbrauch regeln, so bedeutet dies, daß die Verdichtung möglichst hoch und damit nahe an der Klopfgrenze liegen soll. Die Klopfgrenze kann mit einem Klopfsensor ausgemessen werden und dann bei klopfender Verbrennung die Verdichtung reduziert werden. Nachteilig ist hier, daß die Regelung bzw. der Kolben erst aktiv werden kann, wenn klopfende Verbrennungszustände auftreten. Da das Auftreten von klopfender Verbrennung von Last, Luft-

und Bauteiltemperatur, Luftverhältnis, Zündwinkel, Kraftstoffqualität und Drehzahl abhängig ist, kann, wenn die Abhängigkeiten bekannt sind, die erfindungsgemäße Vorrichtung bereits vor Auftreten von klopfender Verbrennung reagieren.

Schließlich ist auch eine feinfühlige Öldruckregelung möglich, da insgesamt keine, das Regelverhalten beeinträchtigenden Steuerelemente innerhalb der Ölzuführkanäle erforderlich sind.

In einer besonderen Ausgestaltung nach Anspruch 2 ist als Pumpenaggregat eine Flügelzellen-Pumpe vorgesehen. Eine als Motorölpumpe im Schmierölkreislauf von Brennkraftmaschinen verwandte Flügelzellen-Pumpe ist zwar aus der Druckschrift DE-PS 33 33 647 C2 bekannt. Jedoch ist die Verwendung dieser Pumpe zur Öldruckregelung aus dem Stand der Technik nicht zu entnehmen.

In der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Die Figur zeigt einen schematischen Aufbau einer Brennkraftmaschine mit einem Regelkreis und mit einer zusätzlichen detaillierten Darstellung eines Kolbens variabler Kompressionshöhe und einer Flügelzellenpumpe im Querschnitt.

In einem teilweise dargestellten Kubelgehäuse 1 einer Brennkraftmaschine 2 ist eine Kurbelwelle 3 gelagert, an der eine Pleuelstange 4 mit einem Hubkolben 5 mit veränderbarer Kompressionshöhe angelenkt ist. Innerhalb der Pleuelstange 4 ist zwischen Pleuelaugen 6, 7 ein Ölkanal 8 entlanggeführt, der am großen Pleuelauge 7 in eine Ölzführungsleitung 9 mündet. Die Ölzführungs-

leitung 9 führt zu einer Druckseite 10 einer stufenlos regelbaren Flügelzellenpumpe 11, die als Schmierölpumpe des Schmierölkreislaufs der Brennkraftmaschine eingesetzt ist. Von einer in einem oberen Abschnitt 12 gelegenen Saugseite 13 der Flügelzellenpumpe 11 führt eine Saugleitung 14 ab, die mit einem Ende 15 in einen Ölsumpf 16 des Kurbelgehäuses 1 mündet. Druckseitig besitzt die Flügelzellenpumpe 11 an einem Hubring 17 einen Verstellzapfen 18, den ein Regelkolben 19 eines Druckregelventils 20 beaufschlägt. Je nach Größe der Beaufschlägung des Verstellzapfens 18 verdreht der Regelkolben 19 des Druckregelventils 20 den Hubring 17 und stellt dabei einen bestimmten Oldruckwert an der Druckseite 10 ein, der über die Ölzführungsleitung 9 in

Steuerkammer 42 eingeregt wird. Von der Flügelzellen-Pumpe 11 kann somit in erfundungsgemäßer Weise der Öldruck in der Steuerkammer 42 nach vorgegebenen Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eingeregelt werden. Hierzu ist das Druckregelventil 20 mit einem Stellmotor 21 über Steuerleitungen 22 verbunden, über die der Stellmotor 21 den Regelkolben 19 verschiebt. Die Größe der Verschiebung wird von einem mit dem Stellmotor 21 gekoppelten elektronischen

Steuergerät 23 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine festgelegt. Die Betriebspараметer werden dabei von Sensoren 24 a bis h erfaßt und dem Steuergerät 23 in Form elektrischer Signale übermittelt. So nimmt das elektronische Steuergerät 23 beispielsweise über Sensor 24a den Lastwert von Dieselmotor oder Ottomotoren anhand der von einer Einspritzpumpe 25 eingespritzten Kraftstoffmenge oder des Saugrohrunterdrucks am Ansaugrohr 26 auf. Des Weiteren sind in einer Brennkammer 27 der Brennkraftmaschine die Sensoren 24b und 24c angeordnet, die den Brennraumdruck und den Ionenstrom ermitteln. Am Gehäuse 28 der Brennkraftmaschine sind die Sensoren 24d und 24f angebracht, wobei der Sensor 24d als Klopf-

sensor dient und 24f die Bauteiltemperatur feststellt. Der Temperaturfühler 24e zeigt die Kühlwassertemperatur in den Zylinderkühlkanälen 29 an, während die Öltemperatur von Sensor 24h im Ölsumpf 16 gemessen wird. Eine weitere Meßeinrichtung stellt der Sensor 24g dar, der an der Kurbelwelle 3 die Drehzahl abgreift.

Der Hubkolben 5 besteht aus einem Außenkolben 30, der als Kolbenringträger ausgebildet ist, und einem Innenkolben 31, der im Außenkolben 30 aufgenommen ist und dessen Unterteil einen Schaft 32 des Hubkolbens 5 bildet. In einer zentralen Bohrung 33 des Innenkolbens 31 ist mit einem zentral angeordneten Zapfen 34 eine Ventilträgerplatte 35 eingesetzt, die schlüssig auf dem Innenkolben 31 liegt. Ein mit einem unteren Rand 36 des Außenkolbens 30 fest verschraubter Anschlagring 37 bildet mit dem Außenkolben 30, einer Unterseite 38 der Ventilträgerplatte 35 und einer in einem oberen Bereich 39 des Innenkolbens 31 angeordneten ringförmigen Aussparung 40 einen unteren Ölraum 41, die sogenannte Dämpfungskammer. Ein oberer Ölraum (Steuerkammer) 42 wird von einer Oberseite 43 der Ventilträgerplatte 35 und Innenwänden 44 des Außenkolbens 30 begrenzt. In der Ventilträgerplatte 35 sind eine Drossel 45 und zwei Rückschlagventile 46, 47 angeordnet, wobei die Drossel 45 und das zum oberen Ölraum 42 schließende Rückschlagventil 46 den oberen Ölraum 42 mit dem unteren 41 verbindet. An das zum oberen Ölraum 42 offene Rückschlagventil 47 schließt sich ein Kanal 48 an, der in eine Bohrung 49 im Schaft 32 mündet, deren einzige Bohrungsöffnung 50 mit einem Kolbenbolzen 51 verschlossen ist und die als Ölreservoir dient. Ein weiterer Kanal 52, der zur Ölrückführung dient, verbindet den oberen Ölraum 42 mit einem im Schaft 32 angeordneten Druckbegrenzungsventil 53, das eine Öffnung 54 zum Kurbelgehäuse 1 besitzt. Schließlich mündet in die Bohrung 49 ein Kanal 55, der mit einer in den Ölkanal 8 führenden Ölzuführungsleitung 56 am kleinen Pleuelauge 6 der Pleuelstange 4 verbunden ist.

Die während der Gaswechselphase ablaufende Vergrößerung der Kompressionshöhe ist von der auf den Außenkolben 30 wirkenden Massenkraft abhängig. Die Trägheitskraft zieht am Außenkolben 30, wodurch im unteren Ölraum 41 ein Druckanstieg auftritt. Dadurch wird das Rückschlagventil 46 geschlossen. Die Kompressionshöhenvergrößerung wird durch den über die Drossel 45 einstellbaren Ölstrom vom unteren zum oberen Ölraum 42 festgelegt. Die Vergrößerung des oberen Ölraums 42 bedingt einen zusätzlichen Ölstrom von der Bohrung 49 durch den Kanal 48 über das Rückschlagventil 47. Die Verkleinerung der Kompressionshöhe erfolgt dann, wenn der sich auf den oberen Ölraum 42 übertragenden Gasdruck des in der Brennkammer 27 gezündeten Gemisches das Druckbegrenzungsventil 53 öffnet und Öl in das Kurbelgehäuse 1 abfließen kann. Gleichzeitig fließt Öl vom oberen Ölraum 42 über die Drossel 45 und über das Rückschlagventil 46 in den unteren Ölraum 41, so daß während der anschließenden Gaswechselphase Kraftschluß zwischen dem Außenkolben 30 und dem Innenkolben 31 sichergestellt ist.

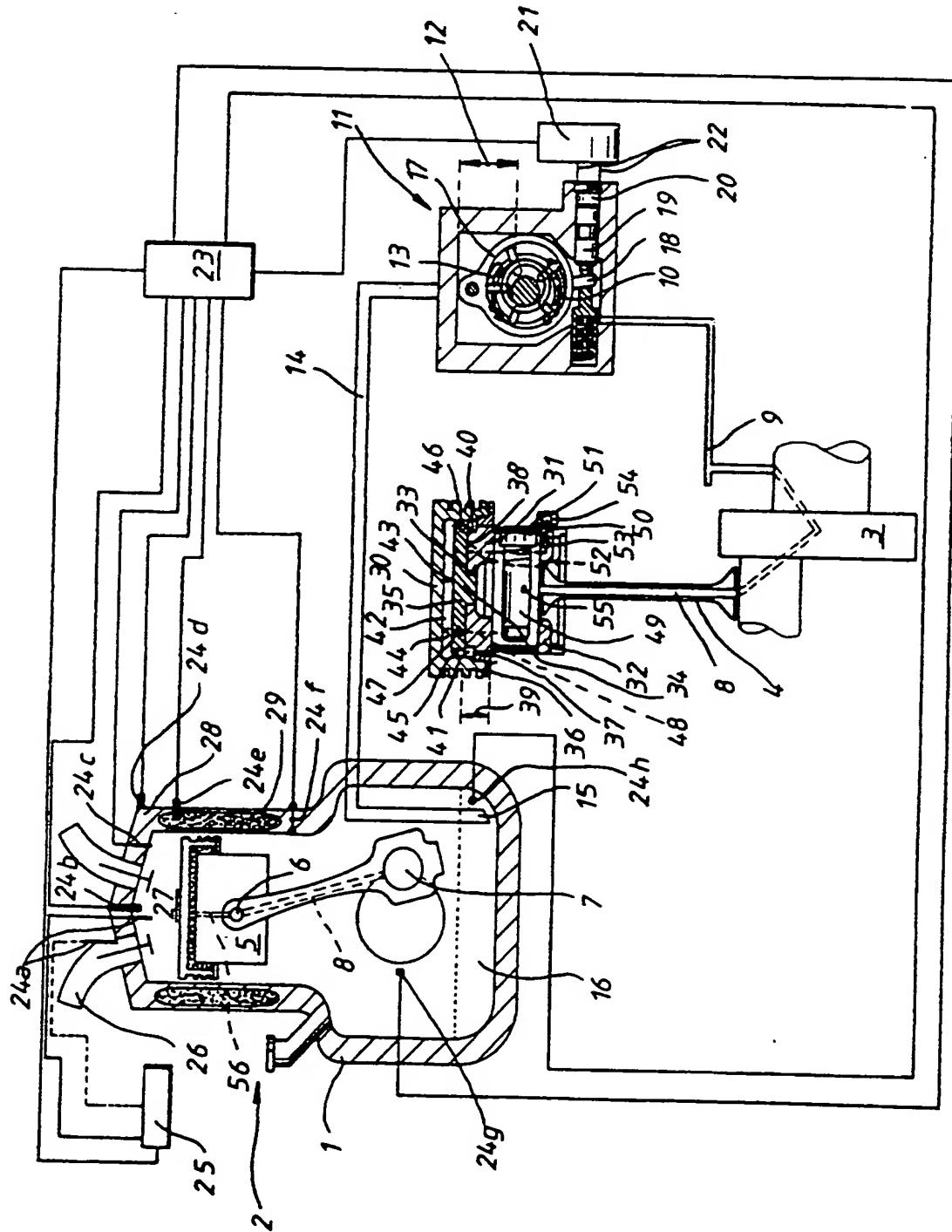
gebildet ist und über einen Kanal an eine Motorölpumpe im Schmierölkreis der Brennkraftmaschine angeschlossen ist und wobei zur Einstellung des Öldruckes in der Steuerkammer ein Druckregelventil vorgesehen ist, welches in Abhängigkeit von Betriebsparametern steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorölpumpe mit dem Druckregelventil (20) ein regelbares Pumpenaggregat bildet, von dem aus der Öldruck im Steuerraum (42) einstellbar ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Pumpenaggregat eine Flugzelld-Pumpe (11) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Regelung des Öldrucks in einer Steuerkammer eines Hubkolbens mit veränderbarer Kompressionshöhe von Brennkraftmaschinen, wobei die Steuerkammer zwischen einem mit einer Pleuelstange verbundenen Innenkolben und einem an diesem verschiebbar gehaltenen Außenkolben



TRANSLATION ACES

29 Broadway ◆ Suite 2301
New York, NY 10006-3279
Tel. (212) 269-4660 ◆ Fax (212) 269-4662



[Translation from German]

(19) FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
GERMAN PATENT
AND TRADEMARK OFFICE

(51) Intl. Cl.⁵:
F 02 D 15/02
F 01 M 1/16
F 02 F 3/00
F 16 N 7/38

(12) Letters Patent
(10) DE 40 38 549 C 1

(21) Serial No.: P 40 38 549.3-13
(22) Appln. date: 4 December 1990
(43) Discl. date: -
(45) Publication date of grant: 9 January 1992

Opposition may be filed within 3 months after publication of grant.

(73) Patent Holder:
Mercedes-Benz
Aktiengesellschaft,
7000 Stuttgart, DE

(72) Inventor:
Dr. Eng. Friedrich Wirbeleit
7000 Stuttgart, DE,
Klaus Froehlich, Dipl.Eng.
7302 Ostfildern, DE

(56) Printed sources to be considered for
evaluation of patentability:
DE 37 14 762 C2

(54) Device for Regulating the Oil Pressure in a Control Chamber of a Stroke Piston having a Variable Compression Level in Internal Combustion Engines

(57) The invention relates to a device for regulating the oil pressure in a control chamber of a stroke piston having a variable compression level in internal combustion engines. To simplify pressure regulation, save space, and achieve a sensitive pressure regulation in all ranges of operation, the regulation is realized by use of a regulable pump system in the lubricating oil circuit of the engine, its integrated pressure limiting valve being triggered by a servo motor connected to an electronic servo unit.

Description

The invention relates to a device for regulating the oil pressure in a control chamber of a stroke piston having a variable compression level in internal combustion engines, according to the features specified in the generic clause of Claim 1.

A device of this generic type is disclosed in German Patent 37 14 762. To regulate the oil pressure, a magnetic valve is required in an oil passage branched off from the lubricating oil circuit and leading to the control chamber, as well as a control slide arranged inside a piston pin. This involves great structural outlay and is hardly suitable for a sensitive pressure regulation at especially high speeds of the internal combustion engine.

The object of the invention is to create a device by means of which regulation is simplified, space is saved, and a sensitive pressure regulation in all ranges of operation can be achieved.

This object is accomplished, in such a generic means, by the characterizing features specified in Claim 1.

Here the oil pressure regulation in the control chamber is realized by the use of a regulable pump system in the lubricating oil circuit of the internal combustion engine, its integrated pressure limiting valve being triggered by a servo motor connected to an electronic control unit.

With the foregoing version of the oil pressure regulation, the externally acting magnetic valve as well as additional oil supply lines and the control slide can be dispensed with, thereby saving space and simplifying the system of lubricating oil

supply lines with respect to the number of lines. Besides, the control slide located in the stroke piston, formerly needed to control the oil supply lines inside the stroke piston, is eliminated, so that the increased mass in motion is reduced, improving smoothness of operation and bearing load.

With the device according to the invention, such operating characteristics as load, engine speed, combustion chamber pressure, knocking, cooling water temperature, parts temperature and oil temperature in internal combustion engines can be optimized throughout the characteristic field. This leads to improved combustion efficiency and hence to a reduction of fuel consumption and pollutant emission. Furthermore, cold start and warm run are improved in terms of fuel consumption, pollutant emission and noise. Besides, engine utilization is enhanced so that better power-weight ratios can be attained.

By means of the invention, it is also possible to avoid illicit operating conditions, inasmuch as such conditions are responded to before they occur.

If for example in the case of an Otto engine the compression ratio is to be regulated for minimum fuel consumption, this means that the compression should be as high as possible, and hence close to the knock limit. The knock limit can be measured with a knock sensor, and then, with knocking combustion, the compression can be reduced. A disadvantage here is that the regulation, or the piston, cannot become active until knocking combustion conditions occur. Since the occurrence of knocking combustion is dependent on load, air and part temperature, air ratio, ignition angle, fuel quality and rotational speed, when all the dependencies are known the device according to the invention can respond even before knocking combustion occurs.

Finally, a delicate oil pressure regulation is possible also because, over all, no control elements compromising regulation are required within the oil supply passages.

In a special conformation according to Claim 2, the pump system provided is a fly cell pump. A fly cell pump employed as motor oil pump in the lubricating oil circuit of internal combustion engines is indeed disclosed in German Patent DE 3,333,647 C2, but use of this pump for oil pressure regulation is not to be found in the prior art.

In the following description with reference to the drawing, an embodiment of the invention will be illustrated in more detail by way of example.

The figure shows a schematic internal combustion engine structure having a regulating circuit and an additional detailed representation of a piston with variable compression level and a fly cell pump in cross section.

In a partly shown crankcase 1 of an internal combustion engine 2, a crankshaft 3 is mounted, to which a piston rod 4 with a stroke piston 5 is articulated with variable compression level. Inside the piston rod 4, between connecting rod eyes 6, 7, an oil passage 8 runs along, opening into an oil supply line 9 at the big end 7. The oil supply line 9 leads to a pressure side 10 of a continuously regulable fly cell pump 11, installed as lubricating oil pump for the lubricating oil circuit of the internal combustion engine. From a suction side 13 of the fly cell pump 11, mounted in an upper segment 12, a suction line 14 leads down, with one end 15 opening into an oil sump 16 of the crankcase 1. On the pressure side, the fly cell pump 11 has an adjusting pin 18 on a stroke ring 17 acting upon a regulating bulb 19 of a pressure regulating valve 20. According to the magnitude of the action of the adjusting pin 18, the regulating piston 19 of the pressure regulating valve 20 turns the stroke ring 17, thus setting a

certain oil pressure reading on the pressure side 10, to be regulated in by way of the oil supply line 9 in the control chamber 42. The fly cell pump 11, in manner according to the invention, can thus regulate in the oil pressure in the control chamber 42 according to preassigned operating parameters of the internal combustion engine. For this purpose, the pressure regulating valve 20 is connected to a servo motor 21 by way of control lines 22, by way of which the servo motor 21 displaces the control piston 19. The magnitude of the displacement is fixed by an electronic control unit 23 coupled to the servo motor 21, in dependency on operating parameters of the internal combustion engine. The operating parameters are here picked up by sensors 24a to b and transmitted to the control unit 23 in the form of electrical signals. Thus the electronic control unit 23, for example by way of sensor 24a, picks up the load reading of Diesel or Otto engines in terms of a quantity of fuel injected by an injection pump 25 or the suction pipe negative pressure at the intake 26. Further, in a combustion chamber 27 of the internal combustion engine, sensors 24b and 24c are arranged, detecting the combustion chamber pressure and the ionic flow. On the housing 28 of the internal combustion engine, sensors 24d and 24f are attached, the sensor 24d serving as knock temperature and 24f determining the part temperature. The temperature feeler 24e indicates the cooling water temperature in the cylinder cooling passages 29, while the oil temperature is measured by sensor 24h in the oil sump 16. Another means of measurement is the sensor 24g, taking off the rotational speed at the crankshaft 3.

The stroke piston 5 consists of an outer piston 30 configured as piston ring carrier and an inner piston 31 accommodated in the outer piston 30, its lower part

forming a shank 32 of the stroke piston 5. In a central bore 33 of the inner piston 31, a valve carrier plate 35 is inserted with a centrally arranged pin 34, said plate resting snuggly on the inner piston 31. A stop ring 37 fixedly screwed to a lower edge 36 of the outer piston 30, together with the outer piston 30, an under side 38 of the valve carrier plate 35 and an annular recess 40 located in the upper space 39 of the inner piston 31, forms a lower oil chamber 41, the so-called damping chamber. An upper oil space (control chamber) 42 is bounded by an upper side 43 of the valve carrier plate 35 and internal walls 44 of the outer piston 30. In the valve carrier plate 35, a throttle 45 and two check valves 46, 47 are arranged, the throttle 45 and the check valve 46 closing to the upper oil chamber 42 connect the upper oil chamber 42 to the lower 41. The check valve 47 openable to the upper oil chamber 42 is adjoined by a passage 48 opening into a bore 49 in the shank 32 whose single bore aperture 50 is closed by a piston pin 51 and serves as oil reservoir. Another passage 52, serving for oil return, connects the upper oil chamber 42 to a pressure-limiting valve 53 arranged in the shank 32 and having an opening 54 to the crankcase 1. Finally, a passage 55 opens into the bore 49, being connected to an oil supply groove 56 leading into the oil passage 8 at the small end 6 of the piston rod 4.

The increase in compression level that takes place during the gas exchange phase is dependent on the mass force acting on the outer piston 30. The inertia exerts a pull on the outer piston 30, causing a pressure rise in the lower oil chamber 41. This closes the check valve 46. The enhancement of compression level is fixed by the flow of oil from the lower to the upper oil chamber 42, adjustable by means of the throttle 45. The enlargement of the upper oil chamber 42 occasions an additional

flow of oil from the bore 49 through the passage 48 by way of the check valve 47. The reduction of the compression level takes place when the gas pressure being transmitted to the upper oil chamber 42 from the mixture ignited in the combustion chamber 27 opens the pressure-limiting valve 53, and oil is able to drain into the crankcase 1. At the same time, oil flows from the upper oil chamber 42 by way of the throttle 45 and the check valve 46 into the lower oil chamber 41, so that during the ensuing gas exchange phase, a positive lock between the outer piston 30 and the inner piston 31 is assured.

Claims

1. Device for regulating the oil pressure in a control chamber of a stroke piston with variable compression level in internal combustion engines, the control chamber being formed between an inner piston connected to a piston rod and an outer piston displaceably held thereon and connected by way of a passage to a motor oil pump in the lubricating oil circuit of the internal combustion engine, and a pressure-regulating valve controllable as a function of operating parameters being provided to set the oil pressure in the control chamber, **characterized** in that the motor oil pump forms a regulable pump system together with the pressure-regulating valve (20) whence the oil pressure in the control chamber (42) is adjustable.
2. Internal combustion engine according to claim 1, characterized in that the pump system is a fly cell pump (11).

With 1 sheet of drawings.